

KFM 法を用いた Si(111)基板上 BaSi₂ pn 接合の電位差評価及び電圧バイアス依存性

Evaluation of potential difference of BaSi₂ pn junction on Si(111) under applied bias by Kelvin probe force microscopy

¹筑波大学院 数理物質科学研究科, ²物質・材料研究機構, ³JST-CREST

○塚原 大地¹, 馬場 正和¹, 都甲 薫¹, 渡辺 健太郎^{1,2}, 関口 隆史², 末益 崇^{1,3}

Univ. Tsukuba¹, NIMS², JST-CREST³

○Daichi Tsukahara¹, Masakazu Baba¹, Kaoru Toko¹, Kentaro Watanabe^{1,2}, Takashi Sekiguchi², Takashi Suemasu^{1,3}

E-mail: bk201011062@s.bk.tsukuba.ac.jp

[背景]

BaSi₂は1.3 eVという太陽電池に適した禁制帯幅を持ち1.5 eVの光子に対して $3 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$ の高い光吸収係数を持つことから、我々は高効率薄膜太陽電池材料としてBaSi₂に注目している^{1,2}。過去の研究により、MBE法によりSi(111)基板上に作製したundoped BaSi₂はn型伝導($n \sim 10^{16} \text{ cm}^{-3}$)を示すことが分かっており、Sb, Bを添加することでそれぞれ広い範囲でn型、p型制御が達成されている^{3,4}。そこで現在、BaSi₂を用いたpn接合型太陽電池の作製を試みている。本研究では分子線エピタキシー(MBE)法を用いてSi(111)基板上にB-doped p-BaSi₂/undoped n-BaSi₂ pn接合構造を作製し、pn接合にバイアスを印加した状態で接合付近のポテンシャル分布をKelvin probe force microscopy (KFM法)を用いて観察することで、ミクロなスケールでのBaSi₂ pn接合の形成確認及び電気特性を評価することを目的とした。

[実験]

熱反応堆積法(RDE法)及び分子線エピタキシー法を用いて、580 °Cに加熱したp-Si(111)基板上にundoped BaSi₂を1.2 µm程度成長し、その後基板温度を650 °Cまで上げてB-doped BaSi₂を500 nm程度堆積した。さらに試料の表面にはバイアス電圧印加用の金電極を蒸着した。結晶性の評価には反射高速電子線回折(RHEED)、 θ -2 θ X線回折を用い、*a*軸配向したBaSi₂が成長したことを確認した。作製した試料のへき開面をcross section polisherを用いて研磨し、KFM測定を行った。

[結果・考察]

Figure 1に5 µm四方のポテンシャル像と、図中の白い破線に沿ったプロファイルを示す。この図において、左側からp-Si/undoped n-BaSi₂/B-doped p-BaSi₂/Auとなっている。n-BaSi₂/p-BaSi₂境界ではポテンシャルの変曲点が現れたことから、BaSi₂ pn接合の形成が確認された。しかし、予想に反し、B-doped p-BaSi₂層の中性領域が観測されなかった。これより、p層のキャリア密度が想定よりも小さくなっていることが考えられる。Fig.1 (b)より、n-BaSi₂とAu電極との間のポテンシャル差は1.2 V程度であることが分かった。BaSi₂ pn接合にバイ

アス電圧を印加する際に、B-doped BaSi₂層の中性領域が観測されていないと電位差の変化を調べることは困難である。そこで、今後B-doped p-BaSi₂層の膜厚を増加させた試料を作製し、BaSi₂ pn接合にバイアスを印加した状態でKFM測定を行うことで電位差のバイアス依存性を評価し、新規半導体材料であるBaSi₂がSiなどの典型的な半導体材料と同様の振舞いをみせるかどうかを確認したいと考えている。

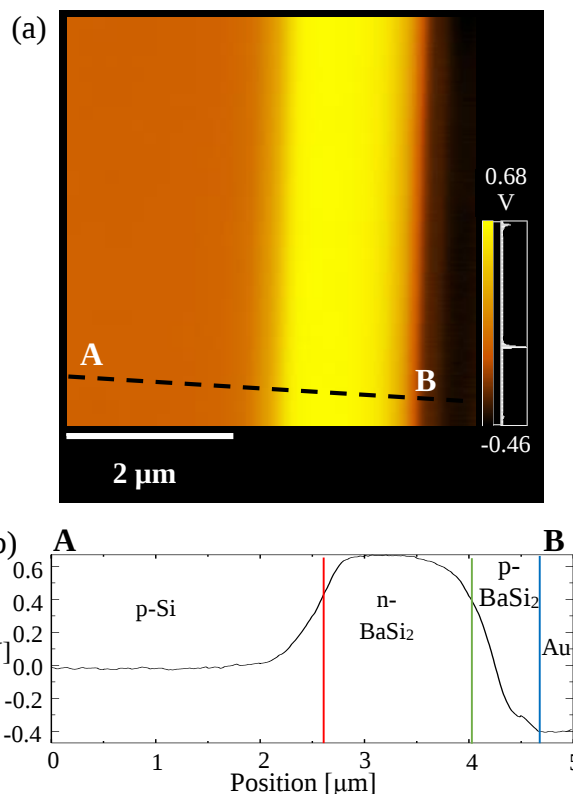


Fig. 1(a) KFM image of p-Si/n-BaSi₂/p-BaSi₂/Au structure and (b) its cross sectional profile along black dotted line in (a). The boundaries of p-Si/n-BaSi₂, n-BaSi₂/p-BaSi₂ and p-BaSi₂/Au are indicated by colored lines.

[参考文献]

- [1] K. Morita *et al.*, Thin Solid Films **508** (2006) 363.
- [2] K. Toh *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **50** (2011) 068001.
- [3] M. Kobayashi *et al.*, Appl. Phys. Express **1** (2008) 051403.
- [4] M. Ajmal Khan *et al.*, Appl. Phys. Lett. **102** (2013) 112107.